Physik.

Lichtelektrische Untersuchungen an Leuchtstoffen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

FELIX RONGE

aus Frankenstein i. Schl.

Breslau 1940

Referent: Prof. Dr. Bergmann.
Korreferent: Prof. Dr. Schaefer.
Examen rigorosum: 15. Juli 1939.

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

D 2

Vorliegende Arbeit erschien in der
Physikal. Zeitschrift Bd. 41 (1940) Heft 15, S. 349—355
Verlag von S. Hirzel, Leipzig C 1.

Im Jahre 1932 hat Bergmann[1]) eine Versuchsanordnung angegeben, die es ermöglichte, einen dem Kristallphotoeffekt analogen lichtelektrischen Effekt bei einer großen Zahl von Stoffen auch dann noch nachzuweisen, wenn diese Stoffe nur in sehr geringer Menge (wenige Milligramm) zur Verfügung stehen. Zu diesem Zweck wird der zu untersuchende Stoff in pulverisierter Form mit einem Bindemittel auf ein Deckgläschen in dünner Schicht aufgetragen. Dieses Präparat wird zwischen zwei Kondensatorplatten, von denen die eine aus einer dünnen, vorderseitig mit einer durchsichtigen Metallhaut versehenen Glasplatte besteht, mit intermittierendem Licht bestrahlt. Dieser Kondensator wird ohne zusätzliche Hilfsspannung an den Eingang eines Verstärkers angeschlossen. Die an den Kondensatorplatten bei intermittierender Belichtung auftretende Wechselspannung wird durch den Verstärker verstärkt und nach Gleichrichtung einem Meßinstrument zugeführt. Auf diese Weise läßt sich der Kristallphotoeffekt an den in dem Bindemittel eingebetteten Mikrokristallen nachweisen und quantitativ untersuchen. Als Kristallphotoeffekt wird dabei die von Dember[2]) zuerst an Einkristallen von Kupferoxydul, Proustit und Pyrargyrit entdeckte Erscheinung verstanden, wonach das im Kristall absorbierte Licht längs seines Weges eine nach einer Exponentialfunktion abfallende Konzentration freier Elektronen hervorruft. Die Elektronen folgen dem Konzentrationsgefälle, bewegen sich somit in Richtung des einfallenden Lichtes und erzeugen durch Influenz auf den Kondensatorplatten eine Potentialdifferenz. Bei intermittierender Belichtung läßt sich diese mit der Unterbrechungsfrequenz des Lichtes variierende Potentialdifferenz leicht verstärken, so daß sich so noch lichtelektrische Effekte an kleinsten Stoffmengen nachweisen lassen. Bergmann und Hänsler[1]) haben auf diese Weise eine größere Zahl von Stoffen untersucht und deren spektrale lichtelektrische Empfindlichkeit aufgenommen. Mittels besonderer Versuchsanordnungen konnte auch die Laufrichtung der Elektronen in den Substanzen in der Kondensatorzelle nachgewiesen werden.

Bei der Fortsetzung dieser Versuche zeigte es sich, daß auch bei fluoreszierenden und phosphoreszierenden Stoffen ein solcher lichtelektrischer Effekt auftritt und es schien daher aussichtsreich, solche Substanzen daraufhin näher zu untersuchen.

Versuchsanordnung

In der Fig. 1 ist die von Bergmann zuerst angegebene lichtelektrische Zelle im Querschnitt gezeichnet. In einem Ring *a* aus Isoliermaterial

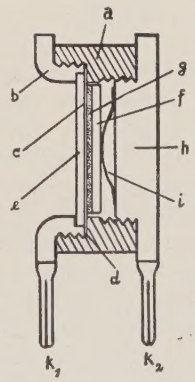

Fig. 1.

ist von der einen Seite ein Metallring *b* eingeschraubt, der eine dünne Quarzplatte *e* gegen den Ansatz *d* andrückt. Auf der Innenseite ist die Quarzplatte mit einer durchsichtigen streifenförmigen Goldhaut *c* versehen, die über einen Stanniolring mit dem Ring *b* in leitender Ver-

1) L. Bergmann, Naturw. **20**, 15, 1932; Physik. Zeitschr. **33**, 209, 1932.

2) H. Dember, Physik. Zeitschr. **32**, 554, 856, 1931.

1) L. Bergmann und J. Hänsler, Zeitschr. f. Phys. **100**, 50, 1936.

bindung steht. Von der anderen Seite läßt sich die lichtelektrisch zu untersuchende Substanz *g*, die zu diesem Zweck in gepulverter Form mit Zaponlack als Bindemittel in dünner Schicht auf ein rundes Mikroskopierdeckgläschen von 25 mm Durchmesser und etwa 0,2 mm Stärke aufgebracht wird, und eine Aluminiumplatte *f*, die die zweite Kondensatorplatte darstellt, gegen die Scheibe *e* mittels eines einschraubbaren Metallstückes *h* mit darauf angebrachter Feder *i* anpressen. Die beiden am Ring *b* und am Metallstück *h* befestigten Stecker k_1 und k_2 dienen zum Anschluß der Zelle an Gitter und Kathode der ersten Röhre des Verstärkers. Auf die Verstärkeranlage, die an anderer Stelle[1]) ausführlich beschrieben wurde, braucht hier nicht näher eingegangen zu werden.

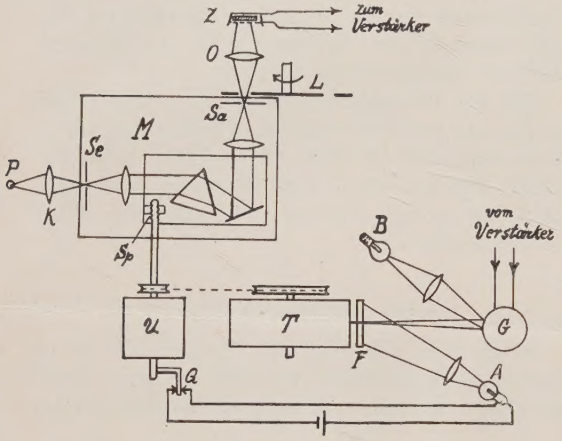

Fig. 2.

Der optische Versuchsaufbau ist aus Fig. 2 ersichtlich. Das Licht einer selbstregulierenden Bogenlampe *P* beleuchtet über einen Quarzkondensor *K* den Eintrittsspalt *Se* eines Quarzmonochromators *M* nach Leiß mit automatischer Fokussierung, der das Wellenlängengebiet von 0,19—4,2 μ umfaßte. Das aus dem Austrittsspalt *Sa* austretende Licht wurde von einem Quarzobjektiv *O* auf die Versuchszelle *Z* so vereinigt, daß diese stets gleichmäßig ausgeleuchtet wurde. Dicht vor dem Austrittsspalt befand sich die rotierende Lochscheibe *L*, die das austretende Licht mit einer Unterbrechungsfrequenz von 600 Hz unterbrach. Um in möglichst kurzer Zeit eine Durchmessung des ganzen Spektrums zu erreichen, wurde eine automatische Registriervorrichtung benutzt. Ein Uhrwerk *U* drehte gleichzeitig mittels der Spindel *Sp* den Prismentisch des Monochromators und über einen Schnurantrieb die Filmtrommel *T*. Auf dieser Filmtrommel wurde über den Spiegel des am Verstärkerausgang angeschlossenen Galvanometers *G* der gerade Faden einer Glühlampe *B* abgebildet. Eine vor der Trommel *T* befindliche Zylinderlinse *F* zog das Bild des Fadens zu einem Punkt auf der Filmebene zusammen. Das durch geeignete Parallelwiderstände aperiodisch gemachte Galvanometer besaß eine Empfindlichkeit von 10^{-5} Amp. pro mm Ausschlag auf der Filmebene. Die Verbindung zwischen Uhrwerk und Filmtrommel war so gewählt, daß bei einer Umdrehung der Trommel das ganze Spektrum durchgemessen wurde. Hierzu war je nach der angestellten Uhrwerksgeschwindigkeit eine Zeit von 1,5—3 Minuten nötig. Auf diese Weise wurden Störungen im Verstärker, Schwankungen der Lichtquelle und der Umlaufszahl der Lochscheibe weitgehend eliminiert. Bei jeder Umdrehung der Spindel am Monochromator wurde ein elektrischer Kontakt *Q* geschlossen, der eine Glühlampe A aufleuchten ließ; dadurch wurden auf dem Registrierstreifen zur Transportrichtung senkrechte Striche als Wellenlängenmarken aufgedruckt.

Die mit dieser Apparatur erhaltenen Registrierkurven wurden in der üblichen Weise unter Berücksichtigung der Dispersion des Monochromators, der Energieverteilung der Lichtquelle und der durch den Verstärker bedingten Verzerrung auf ein energiegleiches Spektrum umgerechnet.

Untersuchung von Leuchtstoffen

In der Tabelle I sind in fortlaufender Numerierung die von uns untersuchten, im Handel erhältlichen Leuchtstoffe zusammengestellt. Die Spalte 2 gibt die handelsübliche Bezeichnung des betreffenden Stoffes an und die Spalte 3 die Zusammensetzung, soweit sie uns bekannt war. In Spalte 4 ist die Farbe des betreffenden Stoffes bei Tageslicht aufgeführt, während Spalte 6 die Farbe des erregten Leuchtens angibt. In der Spalte 5 ist die Stärke und Dauer des Nachleuchtens angeführt, und die letzte Spalte gibt die Wellenlänge des erregenden Lichtes an, bei der maximales Leuchten auftritt.

Von diesen Stoffen zeigten einen deutlichen lichtelektrischen Effekt nur diejenigen, die praktisch nicht oder nur kurz nachleuchteten. Auf diese Erscheinung wird weiter unten noch näher eingegangen. Diese Substanzen sind in der Tabelle II nochmals zusammengestellt. Dabei ist in Spalte 3 die spektrale Lage der Maxima, wobei die Lage des kleineren eingeklammert ist, und in Spalte 4 die Intensität des lichtelektrischen Effektes im Hauptmaximum aufgeführt. Als Vergleich für die Intensitätsangabe dient, wie bei früheren Arbeiten, der bei metallischem

1) L. Bergmann und J. Hänsler, l. c.

Tabelle I

1	2	3	4	5	6	7
Nr.	Bezeichnung des Stoffes[1])	Zusammensetzung	Farbe des Stoffes bei Tageslicht	Dauer des Nachleuchtens	Farbe des erregten Lichtes	Wellenlänge des erregenden Lichtes bei maximalem Leuchten in mμ
1.	S.F. 118	*ZnSAg*	weiß	kurz	blau	
2.	Clarophan ...	*ZnSCu*	hellgrün	lang	grün	384
3.	S.F. 132	*ZnCdSAg*	hellgelb	sehr kurz	gelb	358 387
4.	Permophan..	S_2SBi	gelbgrün	lang	blaugrün	—
5.	Chromophan-orange	—	orange	lang	gelb	385
6.	Nr. 25.....	*Zn*–*Cd*–Sulfid mit *Cu* aktiv.	hellrotorange	lang	rotorange	283
7.	S.F. 173	Mischung von gelb und blau leuchtendem mit *Ag* aktiv. *Zn*–*Cd*–Sulfid	hellgelborange	nicht nachleuchtend	weiß	386
8.	S.F. 132	*Zn*–*Cd*–Sulfid mit *Ag* aktiv.	zitronengelb	nicht nachleuchtend	gelb	385 386
9.	Nr. 26.....	*Zn*–Sulfid mit *Ag* aktiv.	weiß	etwas nachleuchtend	blau	387
10.	Chromophan-gelb	*Zn*–*Zd*–Sulfid mit *Cu* aktiv.	hellgelb	lang	hellgelb	383
11.	*Flu* 10—000 .	—	weiß	kurz	blau	384
12.	*Flu* 20—050 .	—	graugrün	kurz	hellgrün	387
13.	*Flu* 30—050 .	—	hellgrün	kurz	grün	358 385
14.	*Flu* 40—025 .	—	maigrün	nicht nachleuchtend	grüngelb	358 386
15.	*Flu* 50—000 .	—	gelb	nicht nachleuchtend	gelb	358 386
16.	*Flu* 60—000 .	—	hellorange	nicht nachleuchtend	dunkelgelb	357 385
17.	*Flu* 70—000 .	—	orange	nicht nachleuchtend	rotorange	387
18.	*Flu* 80—000 .	—	dunkelorange	nicht nachleuchtend	rot	387
19.	*Flu* 90—000 .	—	rotorange	nicht nachleuchtend	dunkelrot	386
20.	Orangerot ...	—	hellorange	kurz	orange	357

1) Die Stoffe 1—10 wurden uns von der Auergesellschaft, Berlin, die Stoffe 11—20 von der Firma Riedel de Haen, Seelze b. Hannover in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Tabelle II

Nr.	Bezeichnung des Stoffes	Lage der Maxima des lichtelektrischen Effektes in mμ	Relative Intensität des lichtelektrischen Effektes
3.	S.F. 132	380 (351)	17
7.	S.F. 173	380 (354)	20,2
8.	*ZnCdSAg*	383,5 (356)	15
13.	*Flu* 30	354	6,4
14.	*Flu* 40	354 (377)	15,4
15.	*Flu* 50	377 (352)	28,7
16.	*Flu* 60	380 (355)	18,5
17.	*Flu* 70	384,5	15,8
18.	*Flu* 80	383	5,6
19.	*Flu* 90	383 (451)	17,3

Selen gefundene Wert, der gleich 100 gesetzt wurde.

Der Verlauf der spektralen Empfindlichkeit bezogen auf energiegleiches Spektrum ist für die einzelnen Stoffe in den Kurvenbildern der Fig. 3 wiedergegeben. Alle Stoffe wurden mehrmals durchgemessen und ergaben stets gleiche und reproduzierbare Ergebnisse. Bei den Stoffen 17 bis 19 tritt nur ein ausgeprägtes Maximum in Erscheinung, während bei allen anderen Substanzen deutlich zwei Maxima zu erkennen sind. Vergleicht man die Ergebnisse der Aufnahmen von Fig. 3 mit den in der letzten Spalte von Tabelle I aufgeführten Werten der Wellenlänge des erregenden Lichtes, bei der maximales

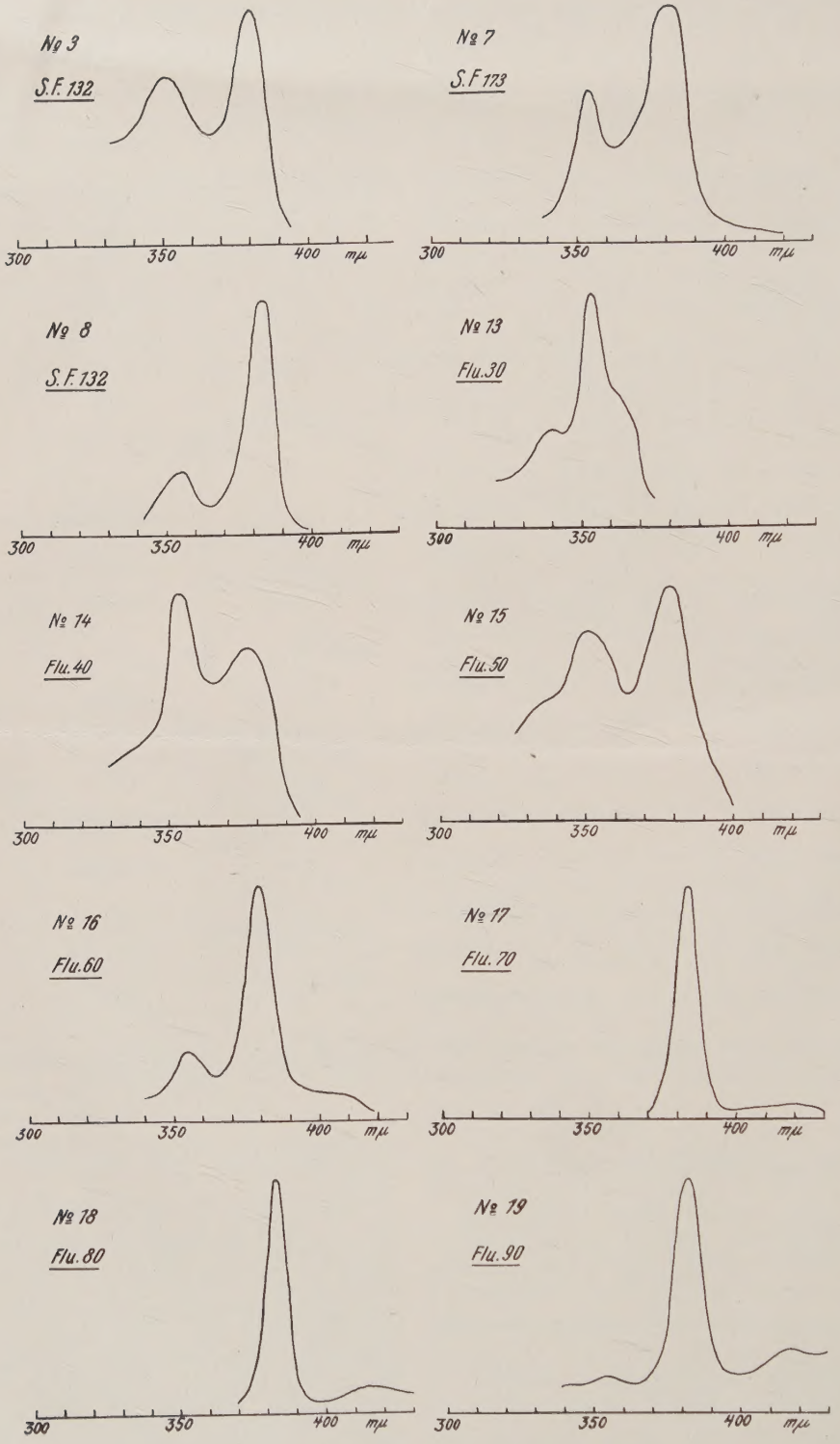
№ 3
S.F. 132
300
350
400
mμ
№ 7
S.F 173
300
350
400
mμ
№ 8
S.F. 132
300
350
400
mμ
№ 13
Flu.30
300
350
400
mμ
№ 14
Flu.40
300
350
400
mμ
№ 15
Flu.50
300
350
400
mμ
№ 16
Flu.60
300
350
400
mμ
№ 17
Flu. 70
300
350
400
mμ
№ 18
Flu. 80
300
350
400
mμ
№ 19
Flu. 90
300
350
400
mμ

Fig. 3.

Leuchten des Stoffes auftritt, so sieht man, daß letztere mit den Werten des Maximums des lichtelektrischen Effektes zusammenfallen, wenn man dabei berücksichtigt, daß sich durch die Umrechnung auf energiegleiches Spektrum die Werte in Fig. 3 etwas nach kürzeren Wellenlängen verschoben haben. Es kann also jedem Maximum des lichtelektrischen Effektes auch ein Maximum der Fluoreszenzstrahlung zugeordnet werden. Bei der Durchführung der Versuche ließ sich direkt beobachten, daß das am Verstärkerausgang angeschlossene Galvanometer gerade bei den Wellenlängen des eingestrahlten Lichtes einen größten Ausschlag zeigte, bei denen das Auge auch ein Helligkeitsmaximum des Fluoreszenzleuchtens wahrnahm. Es ist also mit dem hier beschriebenen Verfahren möglich, mittels des lichtelektrischen Effektes an kleinsten Stoffproben festzustellen, bei welchen Wellenlängen des eingestrahlten Lichtes maximales Leuchten auftritt. Dies dürfte für die Herstellung und Untersuchung solcher Substanzen in der Praxis von Bedeutung sein.

Auf einige Besonderheiten ist noch hinzuweisen. Die Leuchtstoffe 3 und 8 haben zwar die gleiche Zusammensetzung, entstammen aber verschiedenen Lieferungen. Bei Tageslicht zeigt die Probe 3 ein mehr weißgelbliches Aussehen als die Probe 8 und auch bei der gelben Farbe des erregten Leuchtens ergibt sich ein kleiner Unterschied, indem die Leuchtfarbe von 3 etwas mehr nach dem Grün zu liegt. Dieses geringfügige verschiedene optische Verhalten der beiden Proben spiegelt sich auch im lichtelektrischen Effekt wieder. Die Kurven der spektralen Verteilung dieses Effektes haben zwar dasselbe Aussehen, nämlich ein bei längeren Wellen liegendes Hauptmaxinum und ein Nebenmaximum bei kürzeren Wellen, die Maxima liegen jedoch bei Probe 3 um etwa 3,5 mμ nach längeren Wellen verschoben und weiterhin fällt auf, daß das Nebenmaximum bei Probe 3 wesentlich kleiner ist als das bei Probe 8.

Es tritt nun die Frage auf, wie der hier beobachtete lichtelektrische Effekt in Zusammenhang mit dem Mechanismus des Fluoreszenz- bzw. Phosphoreszenzleuchtens zu bringen ist. Nach den Vorstellungen von Lenard, die hinsichtlich des Fluoreszenzmechanismus auch noch mit den neueren Vorstellungen von Tomaschek übereinstimmen[1]), besteht das Wesen der Phosphoreszenz bzw. Lumineszenz in der Ablösung von Elektronen aus dem Atom (oder Atomkomplex) der Fremdsubstanz (Schwermetall) und seiner darauffolgenden Rückkehr zum Ursprungsort (Leuchtzentrum) unter Aussendung des Lichtes. Je nachdem, ob vorwiegend Momentanzentren oder Dauerleuchtzentren vorhanden sind, ist das Momentanleuchten oder das Dauerleuchten des Luminophors stärker ausgeprägt und entsprechend rechnet man die Substanz zu den fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Stoffen. Es wird also bei dieser Erklärung eine Elektronenbewegung sowohl beim Vorgang der Erregung als auch während der Aussendung des Leuchtens angenommen.

Da die hier benutzte Versuchsanordnung auf die in der zu untersuchenden Substanz stattfindende Elektronenbewegung anspricht, entsteht die weitere Frage, welche Elektronenbewegung gemessen wird, ob die bei Erregung stattfindende Elektronenablösung oder die bei dem Leuchtprozeß bewirkenden zurückkehrenden Elektronen registriert werden. Nun hat Göggel[1]) den äußeren lichtelektrischen Effekt bei erregten Phosphoren untersucht und festgestellt, daß dieser nur während der Erregung, nicht aber während des Nachleuchtens auftritt. Weiter haben Versuche von Gudden und Pohl[2]) über die lichtelektrische Leitung in phosphoreszierenden Kristallen gezeigt, daß die Lichtabsorption in den von dem Schwermetallzusatz herrührenden Absorptionsbanden zu einer lichtelektrischen Erregung führt. Es liegt daher zum mindesten nahe, auch den hier gefundenen Effekt den bei der Erregung fließenden Elektronenströmen zuzuschreiben. Hierfür spricht auch die von uns beobachtete Tatsache, daß die lichtelektrische Erscheinung durchweg nur an Stoffen mit Momentanleuchten bzw. mit sehr kurzer Nachleuchtdauer auftritt. Bei einem vollerregten langnachleuchtenden Phosphor ist nach Einstrahlung einer vorgegebenen Lichtintensität des erregenden Lichtes in dem darauf folgenden Abblenden der Erregung durch die rotierende Lochscheibe die Anzahl der in der kurzen Zeitdauer der Abblendung (etwa $^1/_{600}$ Sekunde) zu einem Schweratom zurückkehrenden Leuchtelektronen sehr gering im Verhältnis zu der Gesamtzahl der freigemachten Elektronen. Der Rückfluß aller Elektronen ist ja erst nach sehr langer Zeit vollzogen. Es wird daher durch die auf den Augenblick der Abdunklung folgende neue Lichteinstrahlung nur eine sehr geringe Zahl weiterer Elektronen in Bewegung gesetzt, um den Phosphor in einen Zustand höherer Erregung zu bringen, da sich die Substanz nach

1) Siehe z. B. die zusammenfassende Darstellung von H. Rupp, Die Leuchtstoffe und ihre Verwendung. Verlag Gebr. Bornträger, Berlin 1937, und N. Riehl und P. N. Wolf, Fluoreszenzstoffe und Phosphoreszenzstoffe in der Lichttechnik. Das Licht **6**, H. 3, 1936.

1) K. Göggel, Ann. Phys. (4) **67**, 301, 1922.
2) B. Gudden und R. Pohl, Zeitschr. f. Phys. **3**, 98, 1920; **4**, 206, 1921; **21**, 1, 1924.

Ablauf der etwa $^1/_{600}$ Sekunde betragenden Abdunklung noch fast im vollerregten Zustand befindet.

Anders dagegen werden sich die Fluoreszenzstoffe verhalten. In diesen nicht nachleuchtenden Substanzen wird durch das eingestrahlte Licht sofort die Gesamtheit aller Leuchtelektronen in Bewegung gesetzt. Nach Aufhören der Lichteinstrahlung bewegen sich alle Elektronen sogleich wieder zu ihrem Grundzustand zurück. Bei intermittierend eingestrahltem Licht wird sich somit eine periodische Elektronenbewegung in der mit dem Fluoreszenzstoff beschickten Zelle einstellen, die den beobachteten starken lichtelektrischen Effekt liefert.

Versuche zum Nachweis des Zusammenhanges der lichtelektrischen Empfindlichkeit phosphoreszierender Stoffe mit der durch Ultrarotlicht bewirkten Auslöschung der Phosphoreszenz

Die bekannte Erscheinung, wonach es möglich ist, erregte Phosphore durch Ultrarotbestrahlung zu löschen, d. h. eine plötzliche Ausstrahlung der aufgespeicherten Lichtenergie zu bewirken, ließ auf Grund der oben beschriebenen Versuche vermuten, daß sich dieser Auslöschungsprozeß ebenfalls lichtelektrisch nachweisen lassen müsse. Dies war in der Tat auf folgende Weise möglich. Belichtet man einen lumineszierenden Stoff in der nach Fig. 1 gebauten Zelle intermittierend mit Ultrarotlicht und bestrahlt man den Stoff gleichzeitig kontinuierlich mit monochromatischem Licht, so zeigt derselbe einen starken von der Wellenlänge des zugestrahlten kontinuierlichen Lichtes abhängigen lichtelektrischen Effekt. Dieser wird dabei von dem intermittierend eingestrahlten Ultrarotlicht erzeugt, da der an die Zelle angeschlossene Verstärker nur die an der Zelle auftretende intermittierende Spannung, nicht aber die Gleichspannung anzeigen kann, die das kontinuierlich eingestrahlte Licht hervorruft.

Für die Durchführung dieser Versuche wurde die in Fig. 2 skizzierte Anordnung folgendermaßen abgeändert: Die hinter dem Austrittsspalt *Sa* des Monochromators befindliche Lochscheibe *L* wurde entfernt und in den Strahlengang einer 300-Watt-Glühlampe eingebaut, deren Licht über einen Hohlspiegel so auf die Zelle *Z* gerichtet wurde, daß diese vollständig ausgeleuchtet war. Durch ein vor die Lampe gesetztes Agfa-Filter 85 wurde der sichtbare Anteil der Strahlung absorbiert, so daß nur die Ultrarotstrahlung die Zelle traf. Letztere wurde also gleichzeitig von einer intermittierenden Ultrarotstrahlung und von der über den Monochromator zugestrahlten kontinuierlichen Strahlung veränderlicher Wellenlänge beleuchtet.

Tabelle III

Nr.	Bezeichnung des Stoffes	Lage der Maxima des lichtelektrischen Effektes in mμ	Relative Intensität des lichtelektrischen Effektes
7.	S.F. 173	390 (359)	4,5
8.	S.F. 132	330	5,8
12.	*Flu* 20	354 (329)	1,13
13.	*Flu* 30	355	2,8
14.	*Flu* 40	377 (355)	23,2
15.	*Flu* 50	386 (353)	14,3
16.	*Flu* 60	377 (355)	3,52

Bei den in der Tabelle III aufgeführten Stoffen wurde die gesuchte Erscheinung deutlich festgestellt. In Spalte 3 ist die spektrale Lage der Maxima des lichtelektrischen Effektes — die Lage des kleineren Maximums ist wieder eingeklammert — angegeben und in Spalte 4 ist die Intensität des Hauptmaximums bezogen auf Selen mit 100 angeführt. Die spektrale Verteilung der Erscheinung in Abhängigkeit von der Wellenlänge des kontinuierlich eingestrahlten Lichtes ist für die in Tabelle III genannten Stoffe in den Kurven der Fig. 4 dargestellt. Diese Kurven sind wieder auf energiegleiches Spektrum des kontinuierlich eingestrahlten Lichtes und auf gleiche Höhe des Hauptmaximums umgerechnet. Ein Vergleich mit Fig. 3 zeigt, daß die Maxima im großen und ganzen an den gleichen Stellen des Spektrums liegen, abgesehen von geringfügigen Verschiebungen, die aber vielleicht noch in Ungenauigkeiten der Versuchsapparatur begründet sind. Auffällig ist aber, daß sich im allgemeinen das Intensitätsverhältnis der bei einem Stoff auftretenden beiden lichtelektrischen Maxima ändert bzw. sogar umkehrt (*Flu* 40). Hierfür ließ sich zur Zeit eine einwandfreie Erklärung noch nicht geben. Es treten überhaupt noch eine Reihe interessanter Nebenerscheinungen auf, doch ist es im Augenblick noch verfrüht, näher darauf einzugehen, bevor nicht weitere Versuche dazu angestellt wurden. Dies war bisher leider noch nicht möglich, da die Untersuchungen aus äußeren Gründen zunächst abgebrochen werden mußten.

Immerhin haben die Versuche gezeigt, daß sich die auslöschende Wirkung einer Ultrarotbelichtung auf einen erregten Leuchtstoff auch lichtelektrisch an kleinsten Stoffmengen nachweisen läßt. Soweit uns bekannt, wurde bisher

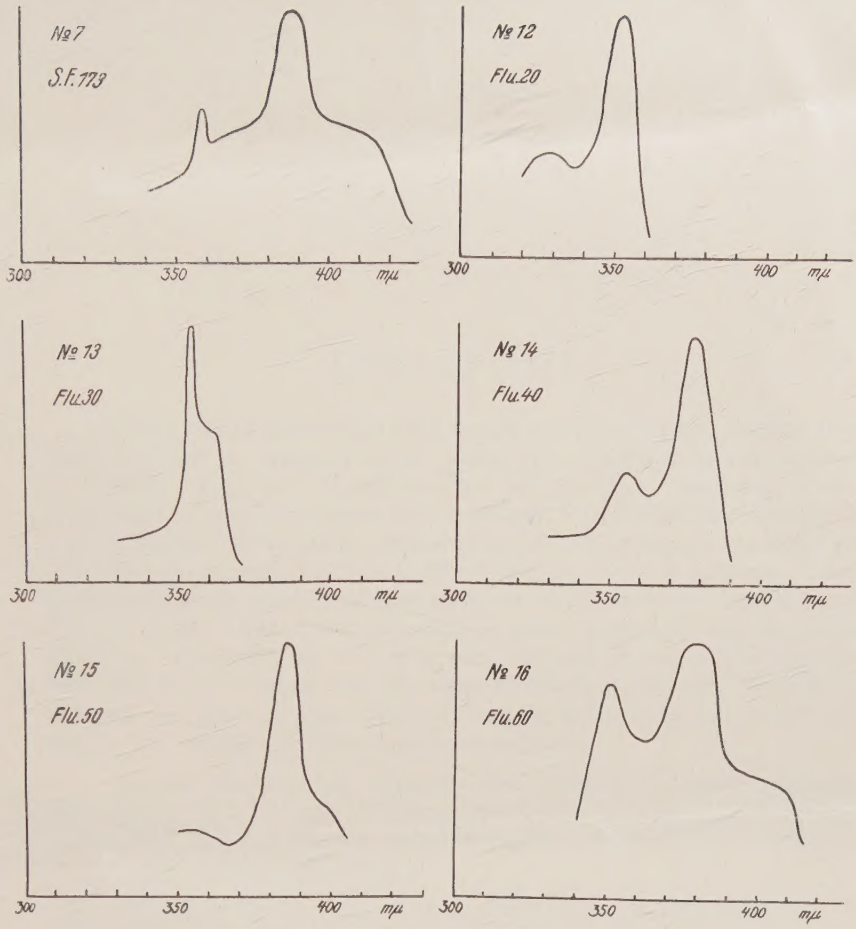

Fig. 4.

nur in Arbeiten von Gudden und Pohl[1]) bei Bestrahlung eines erregten Phosphors mit Ultrarot eine Erhöhung der lichtelektrischen Leitfähigkeit gegenüber der Dunkelleitfähigkeit gefunden.

Zusammenfassung

Mit einer bereits früher angegebenen Versuchsanordnung zur lichtelektrischen Untersuchung kleinster Proben von Halbleitern wurde eine größere Zahl von im Handel befindlichen Leuchtstoffen untersucht. Es wurde gefunden, daß diese Stoffe, die nicht oder nur kurzzeitig nachleuchten, einen deutlichen lichtelektrischen Effekt zeigen, dessen Maxima bei den Wellenlängen des eingestrahlten erregenden Lichtes liegen, bei denen ein Lumineszenzleuchten auftritt. Es wird versucht eine Erklärung dieses Vorganges zu geben, der für die Technik der Untersuchung von Leuchtstoffen in kleinsten Proben nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Des weiteren wurde gezeigt, daß sich auch die Auslöschung der Fluoreszenz bzw. Phosphoreszenz durch Ultrarotbestrahlung lichtelektrisch nachweisen läßt.

Die vorliegenden Versuche wurden in den Jahren 1937—39 am Physikalischen Institut der Universität Breslau durchgeführt. Herrn Prof. Dr. Cl. Schaefer sind wir für die Überlassung der Mittel seines Instituts zu großem Dank verpflichtet. Die für die Verstärkeranlage notwendigen Hochspannungsbatterien wurden uns in dankenswerter Weise von der Helmholtz-Gesellschaft zur Verfügung gestellt.

Breslau, Physikalisches Institut der Universität, Mai 1940.

(Eingegangen 5. Juni 1940)

1) B. Gudden und R. Pohl, Zeitschr. f. Phys. **3**, 98, 1920.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545813_0113

Lebenslauf.

Am 20. Mai 1910 wurde ich, Felix Ronge, als Sohn des Justizobersekretärs Johann Ronge und seiner Ehefrau Maria, geb. Kukulenz, in Frankenstein in Schlesien geboren. Ich bin arischer Abstammung, deutscher Staatsangehörigkeit und katholischen Bekenntnisses. Nach Besuch der Volksschule trat ich Ostern 1922 in das Realgymnasium „Eichendorffschule" in Neiße ein und legte dort Ostern 1932 die Reifeprüfung ab. Danach arbeitete ich ein halbes Jahr in der Stadtverwaltung zu Neiße und begann im Wintersemester 1932–33 an der Universität zu Breslau Physik, Mathematik und Chemie zu studieren. Hier blieb ich die ersten drei Semester bis zum Wintersemester 1933–34; darauf folgten zwei Semester in Marburg und drei Semester in Rostock. Im Wintersemester 1936–37 kehrte ich nach Breslau zurück und begann an vorliegender Dissertation zu arbeiten.

Meinen akademischen Lehrern, den Herren Professoren Bergmann, Ebbinghaus, Furch, Hoheisel, P. Jordan, P. Kunze, J. Meyer, E. R. Neumann, Radon, F. A. Schulze, Schaefer und Schmieden, möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. Bergmann, der mir die Anregung zu vorliegender Arbeit gab und durch seine stete Anteilnahme die Ausführung derselben sehr gefördert hat.

Ferner möchte ich dem Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Breslau, Herrn Prof. Dr. Cl. Schaefer, der mir die Mittel seines Instituts in wohlwollender Weise zur Verfügung stellte, aufrichtig danken.

Der Firma Riedel de Haen, Seelze b. Hannover und der Auergesellschaft, Berlin, welche die untersuchten Stoffe zur Verfügung stellten, sei an dieser Stelle ebenfalls gedankt.

FELIX RONGE